

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **2001-264560**

(43)Date of publication of application : **26.09.2001**

(51)Int.Cl.

G02B 6/122

G02B 6/13

H01L 31/0232

H01L 51/10

H01L 31/08

H01L 33/00

(21)Application number : **2000-070276** (71)Applicant : **NTT ADVANCED
TECHNOLOGY CORP
NIPPON TELEGR &
TELEPH CORP <NTT>
OMORI YUTAKA**

(22)Date of filing : **14.03.2000** (72)Inventor : **OMORI YUTAKA
HIKITA MAKOTO
TAKENAKA HISATAKA
IMAMURA SABURO**

**(54) POLYMER OPTICAL WAVEGUIDE HAVING FUNCTION TO RECEIVE
AND EMIT LIGHT, AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME**

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method of manufacturing a polymer optical waveguide having light-receiving and emitting functions that an organic thin film which has an electro-optic conversion function and can be formed at low temperature is formed on a flexible polymer optical waveguide, without directly processing the organic thin film.

SOLUTION: In the polymer optical waveguide having light-receiving and emitting functions, a flexible optical waveguide consisting of a polymer material is used as the substrate and the active elements such as a light emitting element and a light receiving element formed on and coupled with the optical waveguide are composed of organic molecules and a polymer material. After a metal thin film is formed on a transparent electrode uniformly formed on the polymer optical waveguide, the metal thin film is

patterned by microfabrication techniques and holes are formed in the upper part of a mirror structure. Then the film is oxidized in an oxygen gas atmosphere or oxidized by an anodic oxidation method to form an electric insulating film. Thus, the insulating film pattern having holes in the upper part of the mirror structure can be easily formed.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.04.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Approximate translation of figure reference numbers in JP2001264560A, page 7

1	the central line of the 1st active element and the 1st optical waveguide
2	the central line of the 2nd active element and the 2nd optical waveguide
3	the central line of the 3rd active element and the 3rd optical waveguide
4	the central line of the 4th active element and the 4th optical waveguide
5	the substrate (clad part) of the polymer optical waveguide
6	the core part of the 1st optical waveguide
7	the core part of the 2nd optical waveguide
8	the core part of the 3rd optical waveguide
9	the core part of the 4th optical waveguide
10	a transparent active element electrode formed on the polymer optical waveguide
11~15(same as #29, #30)	the insulating films (of the active elements)
16(same as #31)	the organic thin film (of the active element)
17(same as #32)	the opposite electrode of the active element (i.e., the opposite of #10)
18	1st active element
19	2nd active element
20	3rd active element
21	4th active element
22	the central line of the core part of the polymer optical waveguide
23	the central line of the active element
24	the core part of the polymer optical waveguide
25	the substrate (clad part) of the polymer optical waveguide (like #5)
26	the mirror structure of the polymer optical waveguide
27	the 2nd substrate (clad part) of the polymer optical waveguide
28	a transparent active element electrode (like #10)
29, 30(same as #11~15)	the insulating films (of the active element)
31(same as #16)	the organic thin film (of the active element)
32(same as #17)	the opposite electrode of the active element
a	film thickness of the substrate of the upper part of the optical waveguide
b	film thickness of the core part of the optical waveguide
c	film thickness of the the lower part of the optical waveguide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-264560

(P2001-264560A)

(43)公開日 平成13年9月26日(2001.9.26)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード*(参考)
G 0 2 B	6/122	H 0 1 L 33/00	M 2 H 0 4 7
	6/13	G 0 2 B 6/12	B 5 F 0 4 1
H 0 1 L	31/0232		M 5 F 0 8 8
	51/10	H 0 1 L 31/02	D
	31/08	31/08	T

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-70276(P2000-70276)

(22)出願日 平成12年3月14日(2000.3.14)

(71)出願人 000102739

エヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジー
株式会社
東京都新宿区西新宿二丁目1番1号

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社
東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(71)出願人 300017429

大森 裕
大阪府高槻市芝生町3丁目22番3号

(72)発明者 大森 裕

大阪府高槻市芝生町三丁目22番3号

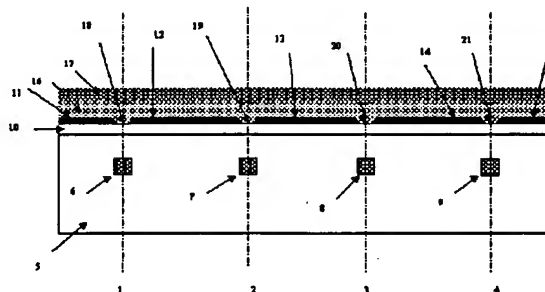
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 受発光機能付きポリマー光導波路とその作製方法

(57)【要約】

【課題】 可とう性を有するポリマー光導波路上に、電気-光変換機能を有し、しかも、低温形成が可能な有機薄膜を形成した受発光機能付きポリマー光導波路を、有機薄膜を直接加工することなく作製する方法を提供する。

【解決手段】 本発明による受発光機能付きポリマー光導波路は、基板にポリマー材料により構成された可とう性を有する光導波路を用い、その上に形成される光導波路に結合された発光素子、受光素子などの能動素子は有機分子、高分子材料により構成される。ポリマー光導波路基板上に均一に形成された透明電極上に、金属薄膜を形成し、該金属薄膜を微細加工技術にてパターン化し、孔をミラー構造の上部に形成した後、酸素ガス雰囲気にて酸化させ、または、陽極酸化法にて酸化させ、電気的な絶縁膜とすることにより、簡便にミラー構造の上部に孔を有する絶縁膜パターンを形成する事が可能である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ミラー構造を有するポリマー光導波路上に、透明電極と、該ミラー構造の上部に孔を有する絶縁体膜と、電気-光変換機能もしくは光-電気変換機能を有する有機導電体膜と、対向電極からなる受光機能又は発光機能を有する能動素子が形成されていることを特徴とする受発光機能付きポリマー光導波路。

【請求項2】 請求項1に記載の絶縁体膜が酸化アルミニウム膜あるいは表面を酸化アルミニウム膜で覆われたアルミニウム薄膜からなることを特徴とする受発光機能付きポリマー光導波路。

【請求項3】 ミラー構造を有するポリマー光導波路上に透明電極を形成し、該ミラー構造の上部に孔を有する絶縁体膜を形成し、その上に電気-光変換機能もしくは光-電気変換機能を有する有機導電体膜を形成し、その上に対向電極を形成することを特徴とする受発光機能付きポリマー光導波路の作製方法。

【請求項4】 請求項3に記載の絶縁体膜が表面を酸化アルミニウム膜で覆われたアルミニウム薄膜からなるものであり、アルミニウム薄膜を酸素を含むガス雰囲気中で酸化して形成することを特徴とする受発光機能付きポリマー光導波路の作製方法。

【請求項5】 請求項3に記載の絶縁体膜が酸化アルミニウム膜あるいは表面を酸化アルミニウム膜で覆われたアルミニウム薄膜からなるものであり、アルミニウム薄膜を陽極酸化して形成することを特徴とする受発光機能付きポリマー光導波路の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は光情報処理回路に用いる、可とう性に優れ小型軽量で、しかも、高性能な受発光機能付きポリマー光導波路とその作製方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年IT (Information Technology) 革命が急速に進展する中、あらゆるところに光情報処理回路が必要とされている。その中で、可とう性に優れ小型軽量で、しかも、高性能な受発光素子は、必要とされている部品の一つである。このような部品開発には、従来、以下の様な問題点があり、開発が困難であった。

【0003】 従来の光回路はシリコン基板上に形成された石英系の材料により形成されたものであり可とう性はない。また、光導波回路に組み込まれる能動素子は無機の半導体により形成されており、基板を加熱した状態で能動素子を作製するために、高温に耐える基板を必要とした。

【0004】 最近、可とう性を有する光回路として、ポリマー光導波路フィルムが提案されている(正田: “有機光導波路素子”、電子情報通信学会誌、Vol. 8

1, No. 1, pp. 37-40 (1998))。しかし、能動素子機能を有する半導体素子は、通常、高温で形成するため、可とう性を有するポリマー光導波路上に直接作製することは困難であった。

【0005】 この問題を解決するために、可とう性を有するポリマー光導波路上に、電気-光変換機能を有し、しかも、低温形成が可能な有機薄膜を形成した受発光機能付きポリマー光導波路フィルムを作製する試みがなされている(Y. Ohmori, H. Ueta, Y. Kurosaka, M. Hikita and K. Yoshino, “Organic EL diode with waveguide devices”, Nonlinear Optics, vol. 22, pp. 461-464 (1999))。このような素子では、機能有機薄膜部分で発光した光が光導波路のコア部に有効に導入されることが必要であり、特に、多数個のコアを有する光集積回路には、光が導入される効率が高いことが求められる。しかし、従来のこのような素子においては、電気-光変換機能を有する有機薄膜での発光が素子の膜厚方向全面に広がるためポリマー光導波路のコア部に光が効率よく導入されないという問題点があった。また、光-電気変換機能を有する有機薄膜で、ポリマー光導波路を伝搬してきた光を受光する場合にも、ポリマー光導波路からの光を効率よく受光できないという問題点があった。

【0006】 光を光導波路のコア部内に効率よく導入するには、又は、光導波路のコア部から効率よく受光するには、微細加工技術を用いて、能動機能を有する有機薄膜を加工する方法が考えられるが、しかしながら、通常の微細加工技術で、有機膜を直接パターン化することには困難であった。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 本発明の目的は、能動機能を有する有機薄膜を加工する以外の微細加工技術を見出すことにより、可とう性を有するポリマー光導波路上に、電気-光変換機能を有し、しかも、低温形成が可能な有機薄膜を形成した受発光機能付きポリマー光導波路を作製する方法を提供し、合わせて、電気-光変換機能を有する有機薄膜での発光をポリマー光導波路のコア部に効率よく導入できる、又は、光-電気変換機能を有する有機薄膜で、光導波路のコア部から効率よく受光できる、受発光機能付きポリマー光導波路を提供する事に有る。

【0008】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために、本発明による受発光機能付きポリマー光導波路は、ミラー構造を有するポリマー光導波路上に、透明電極と、該ミラー構造の上部に孔を有する絶縁体膜と、電気-光変換機能もしくは光-電気変換機能を有する有機導電体膜と、対向電極からなる受光機能又は発光機能を有

する能動素子が形成されていることを特徴とする。また好ましくは、絶縁体膜が酸化アルミニウム膜もしくは表面を酸化アルミニウム膜で覆われたアルミニウム薄膜からなることを特徴とする。

【0009】上記課題を解決するために、本発明による受発光機能付きポリマー光導波路の作製方法は、ミラー構造を有するポリマー光導波路上に透明電極を形成し、該ミラー構造の上部に孔を有する絶縁体膜を形成し、その上に電気-光変換機能もしくは光-電気変換素子を有する有機導電体膜を形成し、その上に対向電極を形成することを特徴とする。また好ましくは、絶縁体膜が酸化アルミニウム膜もしくは表面を酸化アルミニウム膜で覆われたアルミニウム薄膜からなるものであり、アルミニウム薄膜を酸素を含むガス雰囲気中で酸化して形成する、もしくはアルミニウム薄膜を陽極酸化して形成することを特徴とする。

【0010】すなわち、本発明による受発光機能付きポリマー光導波路は、基板にポリマー材料により構成された可とう性を有する光導波路を用い、その上に形成される光導波路に結合された発光素子、受光素子などの能動素子は有機分子、高分子材料により構成される。これらの能動素子は低温で作製可能であり、また無機半導体の様に特定の基板を必要としないために、ポリマー光導波路上に直接作製する事が可能である。ポリマー光導波路基板上に均一に形成された透明電極上に、金属薄膜を形成し、該金属薄膜を微細加工技術にてパターン化し、孔をミラー構造の上部に形成した後、酸素ガス雰囲気にて酸化させ、または、陽極酸化法にて酸化させ、電気的な絶縁膜とすることにより、簡便にミラー構造の上部に孔を有する絶縁膜パターンを形成する事が可能である。微細加工技術により金属薄膜にパターンを形成し、この金属薄膜から絶縁膜を形成することが従来の技術と異なる。

【0011】また、光導波路と能動素子とが有機材料により作製されているにも関わらず、能動素子を簡便に微細加工で作製した点が従来の技術と異なる。

【0012】また、このようにして微細加工技術により作製された本発明による受発光機能付きポリマー光導波路は、電気-光変換機能を有する有機薄膜での発光をポリマー光導波路のコア部に効率よく導入できる、又は、光-電気変換機能を有する有機薄膜で、光導波路のコア部から効率よく受光できる、という効果を有する。

【0013】

【発明の実施の形態】図1に本発明による受発光機能付きポリマー光導波路の構成の一実施形態を示す。図1は基板として使用するポリマー光導波路に垂直な方向から見た断面図であり、ポリマー光導波路上に透明電極（下部電極）、絶縁膜、能動素子、対向電極（上部電極）を順番に作製し、能動素子と導波路を集積化した実施形態を示す図である。1は第1の能動素子と第1の光導波路

のコア部の中心線、2は第2の能動素子と第2の光導波路のコア部の中心線、3は第3の能動素子と第3の光導波路のコア部の中心線、4は第4の能動素子と第4の光導波路のコア部の中心線、5はポリマー光導波路のクラッド部、6は第1の光導波路のコア部、7は第2の光導波路のコア部、8は第3光導波路のコア部、9は第4の光導波路のコア部、10はポリマー光導波路上に形成された能動素子の透明電極（下部電極）、11～15は能動素子の絶縁被膜、16は能動素子の有機薄膜層、17は能動素子の対向電極（上部電極）、18は第1の能動素子、19は第2の能動素子、20は第3の能動素子、21は第4の能動素子である。

【0014】図2は本実施形態の構成を示す図で、ポリマー光導波路に平行な方向から見た断面図であり、中心線1～4のいずれかを含む断面であるが、いずれをとっても同様である。22は光導波路のコア部（6～9のいずれか）の中心線、23は能動素子（18～21のいずれか）の中心線、24は光導波路のコア部（6～9のいずれか）、25はクラッド部（5と同じ）、26はポリマー光導波路のミラー構造、27はポリマー光導波路に対する第2のクラッド部、28は能動素子の透明電極（下部電極）（10と同じ）、29、30は能動素子の絶縁被膜、31は能動素子の有機薄膜層（16と同じ）、32は能動素子の対向電極（上部電極）（17と同じ）、aは光導波路上部のクラッド部の膜厚、bは光導波路のコア部（6～9のいずれか）の膜厚、cは光導波路下部のクラッド部の膜厚である。

【0015】光導波路上部の下部電極10は光を通すために、例えば酸化スズと酸化インジウムの混合物から成る透明電極により構成されている。絶縁被膜11、12、13、14、15は、金属膜を用い、光導波路上のミラー構造上部（光導波路のコア部内を伝搬し、ミラー構造で反射された光が通過する部分）を、フォトリソグラフィとエッチングにより取り除き、所望の孔パターンに作製した後、表面を酸化して絶縁膜とする。絶縁膜を形成する方法としては、室温で10分間、760mTorrのガス圧の酸素ガス雰囲気下でアルミニウム等の表面を酸化させる方法や陽極酸化による方法などがある。また、酸化させる時の酸素圧力は必ずしも上記圧力に限らず、酸素ガスと窒素ガスの混合気体である空気でも同様にアルミニウム表面に酸化膜を形成することが可能である。有機薄膜層16は有機分子線蒸着法により形成される。本実施形態では、絶縁膜の厚さは非常に薄く（例えば、6nm程度）、有機薄膜層16の合計の膜厚がそれに比べ、十分に厚い（例えば、60nm程度）ため、パターン化された絶縁膜上に形成される有機膜および対向電極（金属膜）は平坦性よく成膜される。平坦性が悪い場合にはパターン界面での放電や劣化が見られるが、本実施形態による発光機能付きポリマー光導波路では、平坦性が良く、この問題点に対しても、充分有効で

ある。

【0016】有機薄膜層16から発光された光は、ポリマー光導波路のミラー構造26で反射され、ポリマー光導波路のコア部24に導かれ、光導波路を伝搬した光は導波路端面から発せられる。ポリマー光導波路に対する第2のクラッド部27はクラッド部25とは異なる屈折率を持つUVエポキシ樹脂であり固体のみならず、空気などのガスの場合もある。本実施形態におけるミラー構造26では、ポリマー光導波路のコア部24と第2のクラッド部27との境界が45度の傾斜をなしており、コア部24を伝播してきた光が全反射して当該ミラー構造上部に設けられた絶縁体膜の孔に導かれるように、コア部24と第2のクラッド部27の屈折率が選択されている。

【0017】以下、実施例により、具体的に述べる。

【0018】

【実施例】図1、図2を用いて、本実施例を説明する。基板に用いるポリマー光導波路は、クラッド部5、25は紫外線硬化エポキシ樹脂により、光導波路のコア部6～9、24は重水素化メタクリレートにより構成されている。クラッド部の膜厚aは15 μ m、光導波路のコア部の膜厚bは40 μ m、光導波路下部の膜厚cは65 μ mである。光導波路のコア部6～9、24は40 μ m角の正方形の断面を持つ。また、ポリマー光導波路端面の一方は、45度傾斜に加工されている。ミラー構造26を構成するコア部6～9、24及び第2のクラッド部27の波長1.3 μ mでの屈折率はそれぞれ、1.494、1.477で、45度傾斜面で全反射される。

【0019】このポリマー光導波路上に、スパッタ法で膜厚200nmのITO(Indium-Tin-Oxide:インジウムスズ酸化物)薄膜からなる透明電極10、28を形成した。その上に、アルミニウム薄膜を6nm蒸着法により形成した。その後、フォトリソグラフィ技術を用いて、能動素子18、19、20、21を形成すべきミラー構造26上部のアルミニウム薄膜を硝酸を主成分とした酸で除去し、さらに室温で10分間、760mTorrのガス圧の酸素ガス雰囲気下でアルミニウムの表面を酸化させ絶縁膜11～15、29、30とした。

【0020】次に、有機薄膜層16、31を、30nmの膜厚の8-ヒドロキシキノリアルミニウムと30nmの膜厚のジアミンを続けて、有機分子線蒸着法により積層形成した。有機薄膜層16、31の厚さの合計は、60nmである。次に、対向電極17、32を、マグネシウムと銀の合金を蒸着法により、有機薄膜層16、31上に堆積し、フォトリソグラフィとアルゴンイオンミリングを用いたエッチングにより形成する事により、発光機能付きポリマー光導波路を作製した。なお、有機薄膜層16、31のエッチングには酸素反応性イオンエッチングを用いた。

【0021】透明電極10、28であるITO薄膜を正電位に、対向電極17、32であるマグネシウム銀合金を負電位になるように両電極の間に5Vの電圧を印加したところ有機薄膜層16、31の絶縁膜が無い孔の部分からのみ波長520nmの緑色の発光が生じ、絶縁膜11～15、29、30を施した部分からは光は発せられなかった。また、平坦性が悪い場合に見られる、パターン界面での放電や劣化は見られなかった。発光素子とコア部との結合率は95%以上が得られた。また、本発明による発光機能付きポリマー光導波路(集積回路はフィルム状に形成される)を半径30mmの曲がり部分を有する基板上に固定して、同様の測定を試みたが、平板上で行った測定と結果に変化がなかった。以上の結果より、可とう性に優れ小型軽量で、しかも、高性能な発光機能付きポリマー光導波路を作製することができた。

【0022】能動素子が電界発光素子の場合は、実施例1で示した材料のみならず、他の有機電界発光材料を用いて作製した素子にも適用でき、さらに、受光素子の場合にも同様に適用できる。有機薄膜層16、31はフタロシアニンなどの光伝導体を、下部電極10、28は酸化スズと酸化インジウムの混合物から成る透明電極を、上部電極(対向電極)17、32はアルミニウムにより形成することにより、ミラー構造26の上部にのみ受光素子が形成される実施形態も可能である。その他、ポリマー光導波路コアの本数、寸法等、本発明の趣旨を逸脱しない範囲での変更が可能である。

【0023】

【発明の効果】以上説明したように、本発明による受発光機能付きポリマー光導波路の作製方法は、有機薄膜を加工する以外の微細加工技術により、可とう性を有するポリマー光導波路上に、電気-光変換機能又は光-電気変換機能を有し、しかも、低温形成が可能な有機薄膜を形成した受発光機能付きポリマー光導波路を作製する方法を提供するものであり、本発明による受発光機能付きポリマー光導波路は、電気-光変換機能を有する有機薄膜での発光をポリマー光導波路のコア部に効率よく導入できる、又は、光-電気変換機能を有する有機薄膜で、コア部から効率よく受光できる、という効果を有する。

【0024】すなわち、本発明は、簡易な作製プロセスにより光集積回路用の受発光機能付きポリマー光導波路を提供するものであり、可とう性を持つ回路であるために、携帯機器等に用いることにより安価で軽量で加工性に富む回路部品への応用を期待できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による受発光機能付きポリマー光導波路の構成の一実施形態を示す図で、導波路に垂直な方向から見た断面図である。

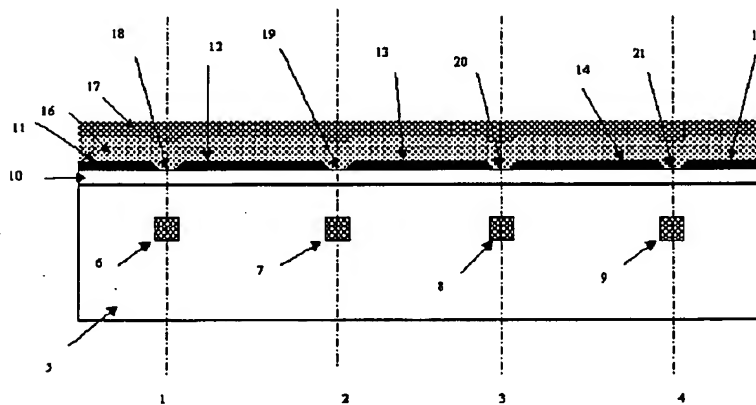
【図2】本発明による受発光機能付きポリマー光導波路の構成の一実施形態を示す図で、導波路に平行な方向から見た断面図である。

【符号の説明】

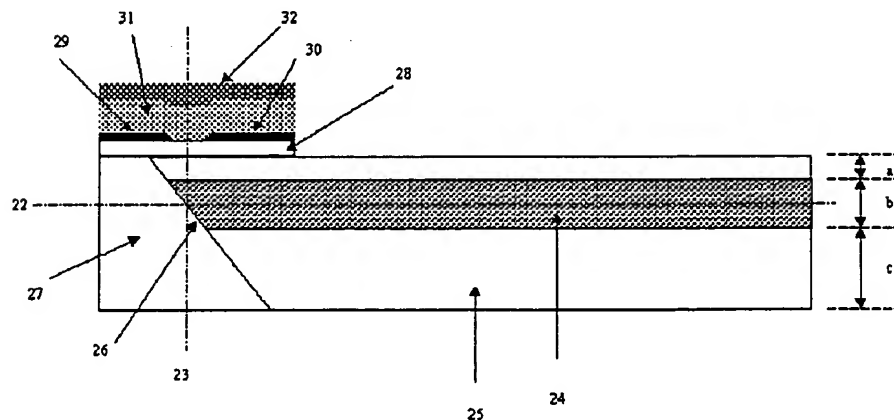
- 1 第1の能動素子と第1の光導波路の中心線
- 2 第2の能動素子と第2の光導波路の中心線
- 3 第3の能動素子と第3の光導波路の中心線
- 4 第4の能動素子と第4の光導波路の中心線
- 5 ポリマー光導波路のクラッド部
- 6 第1の光導波路のコア部
- 7 第2の光導波路のコア部
- 8 第3の光導波路のコア部
- 9 第4の光導波路のコア部
- 10 ポリマー光導波路上に形成された能動素子の透明電極
- 11～15 能動素子の絶縁被膜
- 16 能動素子の有機薄膜層
- 17 能動素子の対向電極
- 18 第1の能動素子

- 19 第2の能動素子
- 20 第3の能動素子
- 21 第4の能動素子
- 22 ポリマー光導波路のコア部の中心線
- 23 能動素子の中心線
- 24 ポリマー光導波路のコア部
- 25 ポリマー光導波路に対するクラッド部
- 26 ポリマー光導波路のミラー構造
- 27 ポリマー光導波路に対する第2のクラッド部
- 28 能動素子の透明電極
- 29, 30 能動素子の絶縁被膜
- 31 能動素子の有機薄膜層
- 32 能動素子の対向電極
- a 光導波路上部のクラッド部の膜厚
- b 光導波路のコア部の膜厚
- c 光導波路下部の膜厚

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷
H01L 33/00

識別記号

F I

ターム(参考)

(72)発明者 正田 真
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内
(72)発明者 竹中 久貴
東京都新宿区西新宿二丁目1番1号 エ
ヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジ株
式会社内

(72)発明者 今村 三郎
東京都新宿区西新宿二丁目1番1号 エ
ヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジ株
式会社内
Fターム(参考) 2H047 KA04 KA15 LA09 MA07 PA01
PA28 QA05 QA07
5F041 CA45 EE23 EE25
5F088 AA11 AB13 BA16 BA18 FA02
GA08 JA14